

Requested Patent: JP9027531A

Title: STATISTICAL ANALYSIS METHOD OF YIELD AND DEVICE THEREFOR ;

Abstracted Patent: JP9027531 ;

Publication Date: 1997-01-28 ;

Inventor(s):

UCHIDA AKIHISA; MAEDA AKIRA; ICHIMORI TOSHIHIDE; ANZAI AKIO;
FUNAKOSHI KIYOHICO ;

Applicant(s): HITACHI LTD ;

Application Number: JP19950176995 19950713 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: H01L21/66 ;

Equivalents: ;

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To quickly and accurately predict yield by automatically analyzing inspection data in an inspection process. **SOLUTION:** The inspection data of a wafer inspection device 2 and a probe inspection device 3 are stored at a storage 6 for each semiconductor wafer and lot, required inspection data are retrieved from the storage 6, and a control operation part 7 calculates, for example, the correlation in the inspection data using a correlation analysis, etc., stores the result at a storage part 8 via a control operation part 7. The control operation part 7 checks the data stored at the storage 6 against the storage part 8 to predict yield.



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-27531

(43)公開日 平成9年(1997)1月28日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

片内整理番号

FI

技術表示箇所

H O 1 L 21/66

H O 1 L 21/66

$$\mathbf{z}$$

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平7-176995

(22)出願日 平成7年(1995)7月13日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72)発明者 内田 明久

東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立
製作所デバイス開発センタ内

(72)発明者 前田 章

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株
 式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者 市森 俊秀

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

(74)代理人 弁理士 筒井 大和

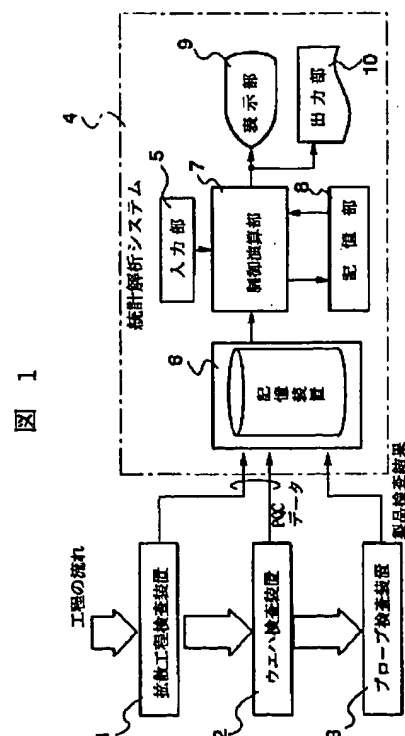
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 歩留まり統計解析方法および装置

(57) 【要約】

【目的】 検査工程における検査データを自動的に解析し、歩留まり予測を短時間に高精度で行う。

【構成】 ウエハ検査装置２およびプローブ検査装置３の検査データを記憶装置６に、各半導体ウエハ毎やロット毎に格納し、必要な検査データを記憶装置６から検索し、制御演算部７が、それらの検査データにおける相関関係などを相関分析などを用いて演算し、その結果を制御演算部７を介して記憶部８に格納する。制御演算部７は、記憶装置６と記憶部８に格納されているデータを照合し、歩留まり予測を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 任意の検査工程における半導体ウエハの歩留まりならびに不良率を予測する歩留まり統計解析方法であって、前記半導体ウエハにおける各々の検査工程毎の検査データに基づいて各々の検査工程における相関関数よりなる解析データを算出する工程と、予測を行う任意の検査工程の前検査工程における前記検査データと前記解析データとの照合を行い、任意の検査工程における前記半導体ウエハの歩留まりならびに不良内容を自動的に予測する工程とを有したことを特徴とする歩留まり統計解析方法。

【請求項2】 請求項1記載の歩留まり統計解析方法において、不良が発生した検査工程における不良の前記半導体ウエハの前記検査データと前記解析データとの照合を行い、不良の前記半導体ウエハにおける不良内容と因果関係がある不良が発生した検査工程の前検査工程における検査項目を指摘する工程を有したことを特徴とする歩留まり統計解析方法。

【請求項3】 請求項1または2記載の歩留まり統計解析方法において、前記解析データに基づいて、任意の相関関係図を演算する工程を有したことを特徴とする歩留まり統計解析方法。

【請求項4】 請求項3記載の歩留まり統計解析方法において、前記相関関係図が、全ての検査工程における任意の検査項目の内、2つの関係をグラフ化した相関散布図、ルール分析の結果を表示したルール解析図ならびに前記半導体ウエハ上に形成された半導体チップの良品分布を示すウエハマップであることを特徴とする歩留まり統計解析方法。

【請求項5】 任意の検査工程における半導体ウエハの歩留まりならびに不良率を予測する歩留まり統計解析装置であって、各々の検査工程毎の検査データを格納する第1の記憶手段と、前記第1の記憶手段に格納された検査データに基づいて各々の前記検査工程における相関関係よりなる解析データの算出を行い、前記解析データと所定の検査データとの照合を行い、所定の検査工程における歩留まりおよび不良率を予測する制御演算手段と、前記制御演算手段により算出された解析データを格納する第2の記憶手段と、前記制御演算手段により予測された予測データを出力する出力手段とよりなることを特徴とする歩留まり統計解析装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は、歩留まり統計解析方法およびシステムに関し、特に、半導体装置製造における歩留まり予測に適用して有効な技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】本発明者が検討したところによれば、半導体装置におけるそれぞれの製造工程においては、様々

な検査が行われている。

【0003】たとえば、酸化・拡散工程を完了した半導体ウエハは、半導体素子の電気的特性や歩留まりの測定評価を行う電気的特性検査（以下、W検という）が行われ、半導体ウエハの配線結線が全て完了した工程においては、半導体ウエハに形成された各パレットが電気的特性、回路特性および所望の論理動作を実現できているかの検証を行うプローブ検査（以下、P検という）などが行われている。

【0004】そして、これらW検やP検などによって測定された検査データは自動的に収集されており、収集されたデータならびにW検あるいはP検との相関関係や歩留まりなどを算出して、半導体装置の製造工程における特性不良要因や歩留まりなどを予測している。

【0005】なお、歩留まりについて詳しく述べてある例としては、株式会社オーム社、平成3年12月25日発行「半導体ハンドブック（第2版）」半導体ハンドブック編集委員会（編）、P562～P564があり、この文献には、半導体ウエハ処理工程における半導体チップの歩留まりについて記載されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記のような半導体装置の製造工程における歩留まり解析技術では、次のような問題点があることが本発明者により見出された。

【0007】近年、半導体装置の微細化および高集積化に伴い、集積度はスケーリング則に則して増大している。

【0008】ところが、W検およびP検によって測定された検査データの解析は、作業者による人手解析により行われており、膨大なそれらの検査データは利用しきれず、一部が利用されているにとどまっており、解析の効率が悪くなってしまうという問題がある。

【0009】また、歩留まりの予測においては、解析のデータに基づいて作業者が経験的にカットアンドトライで行っており、予測の精度が向上されず、生産性が低下してしまう恐れもある。

【0010】本発明の目的は、検査工程における検査データを自動的に解析し、歩留まり予測を短時間に高精度で行うことのできる歩留まり統計解析方法およびシステムを提供することにある。

【0011】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【0012】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

【0013】すなわち、本発明の歩留まり統計解析方法は、半導体ウエハにおける各々の検査工程毎の検査デー

タに基づいて各々の検査工程における相関関数よりなる解析データを算出する工程と、予測を行う任意の検査工程の前検査工程における検査データと該解析データとの照合を行い、任意の検査工程における半導体ウエハの歩留まりならびに不良内容を自動的に予測する工程とを有したものである。

【0014】また、本発明の歩留まり統計解析方法は、不良が発生した検査工程における不良の半導体ウエハの検査データと解析データとの照合を行い、不良の半導体ウエハの不良内容と因果関係がある不良が発生した検査工程の前検査工程における検査項目を指摘する工程を有したものである。

【0015】さらに、本発明の歩留まり統計解析方法は、解析データに基づいて、任意の相関関係図を演算する工程を有したものである。

【0016】また、本発明の歩留まり統計解析方法は、相関関係図が、すべての検査工程における任意の検査項目の2つの関係をグラフ化した相関散布図、ルール分析の結果を表示したルール解析図ならびに半導体ウエハの形成された半導体チップの良品分布を示すウエハマップよりなるものである。

【0017】さらに、本発明の歩留まり統計解析装置は、各々の検査工程毎の検査データを格納する第1の記憶手段と、該第1の記憶手段に格納された検査データに基づいて各々の検査工程における相関関係よりなる解析データの算出を行い、該解析データと所定の検査データとの照合を行い、所定の検査工程における歩留まりおよび不良率を予測する制御演算手段と、該制御演算手段により算出された解析データを格納する第2の記憶手段と、制御演算手段により予測された予測データを出力する出力手段とよりなるものである。

【0018】

【作用】上記した本発明の歩留まり統計解析技術によれば、第1の記憶手段により、各々の検査工程毎の検査データを格納し、制御演算手段が、その格納された検査データに基づいて各々の検査工程における相関関係よりなる解析データの算出を行い、その解析データを第2の記憶手段に格納して、制御演算手段が、該解析データと所定の検査データとの照合を行い、所定の検査工程における歩留まりおよび不良率を予測して出力手段に予測データを出力することによって、短時間で高精度の歩留まり予測を行うことができる。

【0019】また、上記した本発明の歩留まり統計解析技術によれば、第1の記憶手段に格納された不良が発生した検査工程における不良の半導体ウエハの検査データと第2の記憶手段に格納された解析データとを制御演算手段が照合を行い、不良の半導体ウエハの不良内容と因果関係がある不良が発生した検査工程の前検査工程における検査項目を指摘して出力手段により出力することによって、工程管理に即座にフィードバックすることがで

きる。

【0020】さらに、上記した本発明の歩留まり統計解析技術によれば、すべての検査工程における任意の検査項目の2つの関係をグラフ化した相関散布図、ルール分析の結果を表示したルール解析図ならびに半導体ウエハに形成された半導体チップの良品分布を示すウエハマップなどの任意の相関関係図を演算して出力手段により出力するので、検査データの特徴をグラフ化して短時間で正確に判断することができる。

【0021】それにより、検査データの相関関係や各検査工程における歩留まりなどの解析を短時間で高精度に行うことができる。

【0022】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

【0023】図1は、本発明の一実施例による統計解析システムの構成ブロック図、図2は、本発明の一実施例による統計解析システムにおける検査機能説明図、図3は、本発明の一実施例による統計解析システムにおける動作を説明するフローチャート図、図4(a)～(d)は、本発明の一実施例による統計解析システムにおける表示部の表示例、図5は、本発明の一実施例による統計解析システムにおける歩留まり予測の説明図、図6は、本発明の一実施例による統計解析システムにおける検査データの処理工程説明図、図7は、本発明の一実施例による統計解析システムにおける検査データの流れおよび対策の説明図、図8は、本発明の一実施例による統計解析システムにおける歩留まり予測と本発明者が検討した歩留まり予測とのイメージ図である。

【0024】本実施例において、半導体装置の製造工程には、たとえば、拡散工程が完了した後に検査を行う拡散工程検査装置1、W検における検査を行うウエハ検査装置2やP検における検査を行うプローブ検査装置3などが設けられている。

【0025】そして、これら拡散工程検査装置1、ウエハ検査装置2およびプローブ検査装置3は、特性不良要因、歩留まりおよび不良率などを解析ならびに予測する統計解析システム(歩留まり統計解析装置)4と接続されている。

【0026】この統計解析システム4は、作業者によって所定のデータが入力される、たとえば、キーボードやマウスなどの入力部5が設けられている。

【0027】また、統計解析システム4には、拡散工程検査装置1、ウエハ検査装置2やプローブ検査装置3により検査された検査データを、たとえば、各々の半導体ウエハ毎に格納する記憶装置(第1の記憶手段)6が設けられている。

【0028】さらに、統計解析システム4は、記憶装置6に格納された検査データに基づいて各検査工程間における相関関係や因果関係の特徴を演算する制御演算部

(制御演算手段)7が設けられている。

【0029】また、統計解析システム4は、制御演算部7による演算結果を格納する記憶部(第2の記憶手段)8が設けられている。そして、制御演算部7は、検査データと記憶部8に格納された演算結果である解析データとの照合処理も行う。

【0030】さらに、統計解析システム4には、制御演算部7から出力された解析データが表示されるモニタなどの表示部9およびプリンタなどの出力部(出力手段)10が設けられている。

【0031】そして、制御演算部7は、統計解析システム4における全ての制御を司り、入力部5、記憶装置6、記憶部8、表示部9および出力部10は、制御演算部7を介して信号の入出力が行われている。

【0032】次に、検査機能の流れとしては、図2に示すように、記憶装置6(図1)に格納されたW検およびP検の検査データKDが制御演算部7(図1)によってデータ処理DPが行われ、そのデータ処理DPに基づいて表示部9(図1)に、たとえば、相関分析結果、相関分析における散布図、ウエハマップならびに相関関係におけるルール分析などの分析データBDが表示される。

【0033】また、表示部9は、たとえば、選択された分析データBDを表示するテーブルTbおよび表示内容や所定のコマンドなどの項目を表示するメニューMnが表示されるようになっている。

【0034】次に、図3に示すように、たとえば、W検とP検における統計解析システム4の動作をフローチャートを用いて説明する。

【0035】まず、ウエハ検査装置2によりW検が行われた過去の検査データは、統計解析システム4に設けられている記憶装置6に、たとえば、各半導体ウエハ毎やロット毎に格納され、W検の後に行われるプローブ検査装置3によるP検における検査データも、同じく記憶装置6によって各半導体ウエハ毎に格納される(ステップS101)。

【0036】そして、検査データの解析においては、作業者が入力部5により表示部9に表示されているメニューを選択することによって行う(ステップS102)。

【0037】次に、制御演算部7は、入力部5によって選択されたメニューに基づいて、必要なW検およびP検における検査データを記憶装置6から検索する(ステップS103)。

【0038】そして、制御演算部7が検索した検査データは、制御演算部7によって、それらの検査データにおける相関関係や因果関係など、たとえば、相関分析などを用いて演算およびW検とP検との相関関係ならびに因果関係の抽出を行ない(ステップS104)、その結果である解析データを制御演算部7を介して記憶部8に格納する(ステップS105)。

【0039】次に、制御演算部7は、記憶装置6に格納

されているW検の検査データ、記憶部8に格納されている相関関係、因果関係ならびに所定の数式などに基づいて歩留まり予測や不良率予測などの予測情報の演算を制御演算部7に実行させ(ステップS106)、この予測情報も記憶部8に格納を行い(ステップS107)、同時に表示部9に予測情報を表示する(ステップS108)。

【0040】また、この時、表示部9に表示された予測情報は、入力部5から所定のコマンドを入力することによって、出力部10から予測情報をプリントアウトするようにしてもよい。

【0041】ここで、通常、W検の実施からP検の実施までの間隔は、数週間から数カ月であるので、ある時点において、W検が終了してもP検が実施されない半導体ウエハが存在することになる。

【0042】よって、表示部9に表示された情報が、前述したW検が終了してもP検が実施されない半導体ウエハにおける歩留まりおよび不良率の予測情報となり、作業者は、必要であればこの予測情報に基づいて生産計画の変更などの対応を行う。

【0043】また、この表示部9における表示例を、図4(a)～(d)に示す。

【0044】まず、図4(a)における表示は、各検査項目の相関分析における相関関係の度合いを表示したものであり、図4(b)は、半導体ウエハに形成された半導体チップにおける良品分布を示すウエハマップである。

【0045】さらに、図4(c)は、各検査項目における相関関係の散布を示した散布図(相関散布図)であり、図4(d)は、相関関係におけるルール分析などの分析データ表(ルール解析図)である。

【0046】また、これらウエハマップ、散布図ならびに分析データ表(ルール解析図)は、相関関係図として表示される。

【0047】そして、これら図4(a)～(d)における表示は、たとえば、表示部9の所定の位置にメニューが表示され、そのメニューを選択することにより表示が行えるようになっている。

【0048】次に、統計解析システム4における処理手順を時系列に沿って図5を用いて説明する。

【0049】図5において、横軸は時間を示しており、上段はW検が行われる所定の枚数、たとえば、25枚の半導体ウエハにより1組となったロットL1～L15であり、下段は、W検が終了しP検が行われるロットL1a～L15aであり、中段には、W検およびP検におけるそれぞれの結果に処理手順を示している。

【0050】たとえば、ロットL15における歩留まりや不良率の予測を行う場合について説明する。

【0051】まず、ロットL1～L7におけるW検の結果とロットL1a～L7aにおけるP検の結果とを相関

分析などを用いて分析である検定K1を行い、因果律K2を分析し、その分析結果を回帰K3して所定の予測式K4などに基づいてロットL15の歩留まり予測K5を行う。

【0052】また、P検を行ったロットL1a～L13aにおいて不良が発生した場合、たとえば、ロットL13aに不良が発生すると、W検における不良要因K6を指摘することもできる。

【0053】これは、P検における該ロットL13aの不良内容とW検の不良要因とを照合し、強い因果関係を持つW検項目を指摘することにより不良要因の指摘を行うものである。

【0054】次に、図6を用いて、統計解析システム4の機能構成を説明する。

【0055】まず、ウエハ検査装置2(図1)により検査されたW検結果E1は、それぞれの半導体ウエハにおける検査データがW検結果監視E2によって監視される。また、この時の電気的特性の変動などはW検時間変化監視E3によって監視されている。

【0056】また、同様に、プローブ検査装置3(図1)によって検査されたP検結果E4は、それぞれの半導体ウエハにおける検査データがP検結果監視E5によって監視され、この時の電気的特性の変動などがP検時間変化監視E6によって監視されている。

【0057】そして、これらW検結果監視E2、W検時間変化監視E3、P検結果監視E5およびP検時間変化監視E6により監視されたデータに基づいて歩留まり予測E7や不良要因を指摘する要因分析E8が行われ、製造プロセス管理MP1にフィードフォワードされる。

【0058】また、P検結果E4ならびに歩留まり予測E7の結果は予測誤差監視E9に監視されており、この予測誤差監視E9によって歩留まり予測時に生じた誤差を修正している。

【0059】次に、本実施例における検査データの流れを図7により説明する。

【0060】図7に示すように、それぞれの検査工程における検査データは、たとえば、拡散工程における検査などの前工程検査データD1、W検検査データD2、P検検査データD3および選別における検査などの後工程検査データD4があり、上段の矢印(網掛け)に示すように、次工程における不良率や歩留まりなどの予測が半導体ウエハ単位毎に求められる。

【0061】また、前工程検査データD1、W検検査データD2、P検検査データD3および後工程検査データD4は、下段の矢印(ハッチング)に示すように、それぞれの前工程における不良解析の対策を求めることもできる。ここで、図7に示す中央部の矢印(白抜き)は、工程の流れを示すものである。

【0062】よって、図8に示すように、本発明者の検討による予測では、たとえば、W検検査における検査項

目から次工程のP検歩留まりと強い相関関係を持つパラメータを経験的に人手によって予測していたが、本実施例では、統計手法などを用いて総合的に活用してP検歩留まりを予測することができ、W検における相関精度も向上させることができる。

【0063】それにより、本実施例によれば、統計解析システム4により、各々の検査工程における相関関係などを自動的に求めるので、解析時間を大幅に短縮でき、作業工数も大幅に軽減することができる。

【0064】また、歩留まり予測などの精度も向上させることができ、予測評価も短時間で行うことができる。

【0065】以上、本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0066】

【発明の効果】本願によって開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

【0067】(1)本発明によれば、歩留まり統計解析装置により、検査データの解析を大幅に短時間で確実に行うので、不良要因の指摘や歩留まり予測を高精度に短時間で行うことができる。

【0068】(2)また、本発明では、上記(1)により、人手による検査データの解析が不要となり、生産製造計画への迅速なフィードバックによる生産管理の効率を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による統計解析システムの構成ブロック図である。

【図2】本発明の一実施例による統計解析システムにおける検査機能説明図である。

【図3】本発明の一実施例による統計解析システムにおける動作を説明するフローチャート図である。

【図4】(a)～(d)は、本発明の一実施例による統計解析システムにおける表示部の表示例である。

【図5】本発明の一実施例による統計解析システムにおける歩留まり予測の説明図である。

【図6】本発明の一実施例による統計解析システムにおける検査データの処理工程説明図である。

【図7】本発明の一実施例による統計解析システムにおける検査データの流れおよび対策の説明図である。

【図8】本発明の一実施例による統計解析システムにおける歩留まり予測と本発明者が検討した歩留まり予測とのイメージ図である。

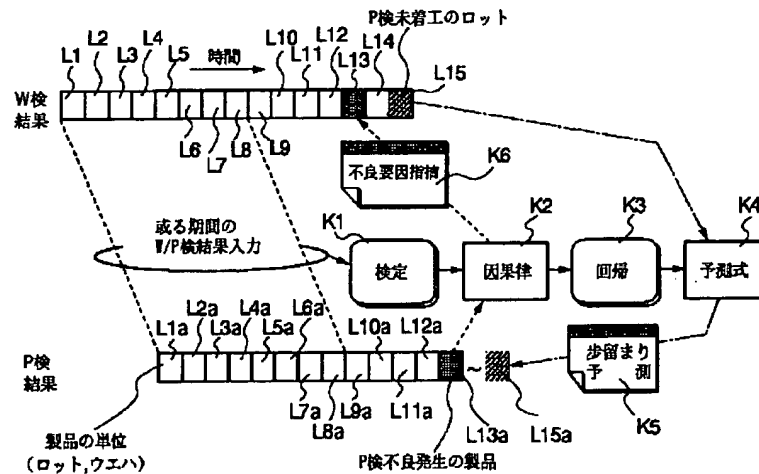
【符号の説明】

- 1 拡散工程検査装置
- 2 ウエハ検査装置
- 3 プローブ検査装置
- 4 統計解析システム(歩留まり統計解析装置)

- | | |
|-----------------|--------------|
| 5 入力部 | K5 歩留まり予測 |
| 6 記憶装置(第1の記憶手段) | K6 不良要因 |
| 7 制御演算部(制御演算手段) | E1 W検結果 |
| 8 記憶部(第2の記憶手段) | E2 W検結果監視 |
| 9 表示部 | E3 W検時間変化監視 |
| 10 出力部(出力手段) | E4 P検結果 |
| KD 検査データ | E5 P検結果監視 |
| DP データ処理 | E6 P検時間変化監視 |
| BD 分析データ | E7 歩留まり予測 |
| Tb テーブル | E8 要因分析 |
| Mn メニュー | E9 予測誤差監視 |
| L1~L15 ロット | MP1 製造プロセス管理 |
| L1a~L15a ロット | D1 前工程検査データ |
| K1 検定 | D2 W検検査データ |
| K2 因果律 | D3 P検検査データ |
| K3 回帰 | D4 後工程検査データ |
| K4 予測式 | |

【図5】

図 5



【図8】

図 8

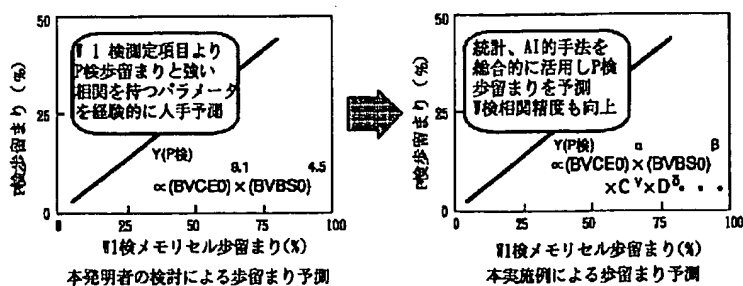
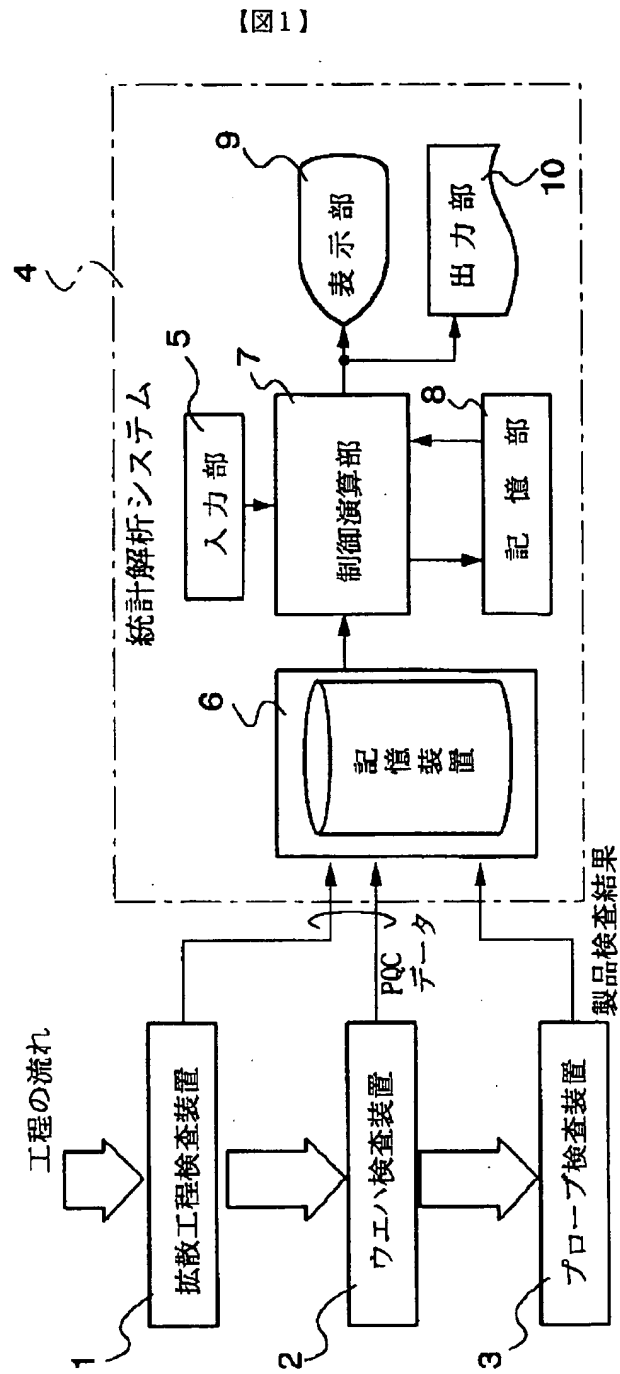
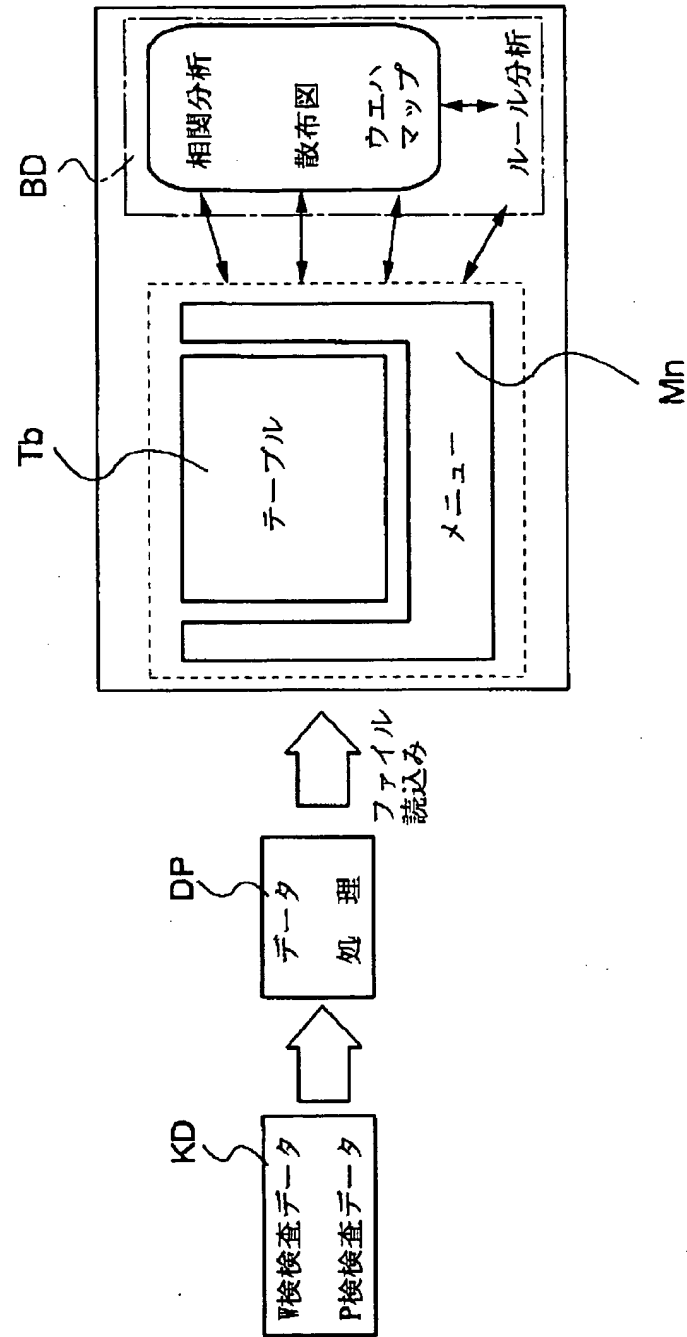


図 1



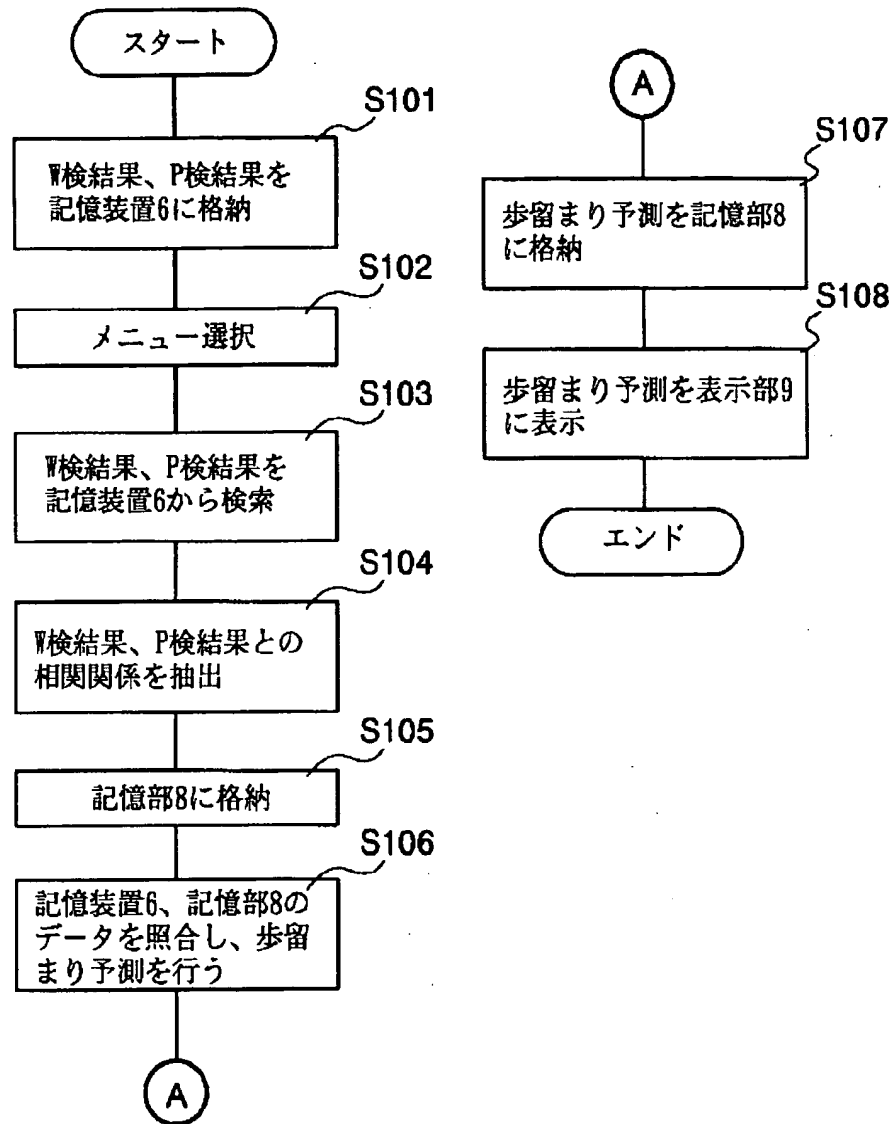
【図2】

図 2

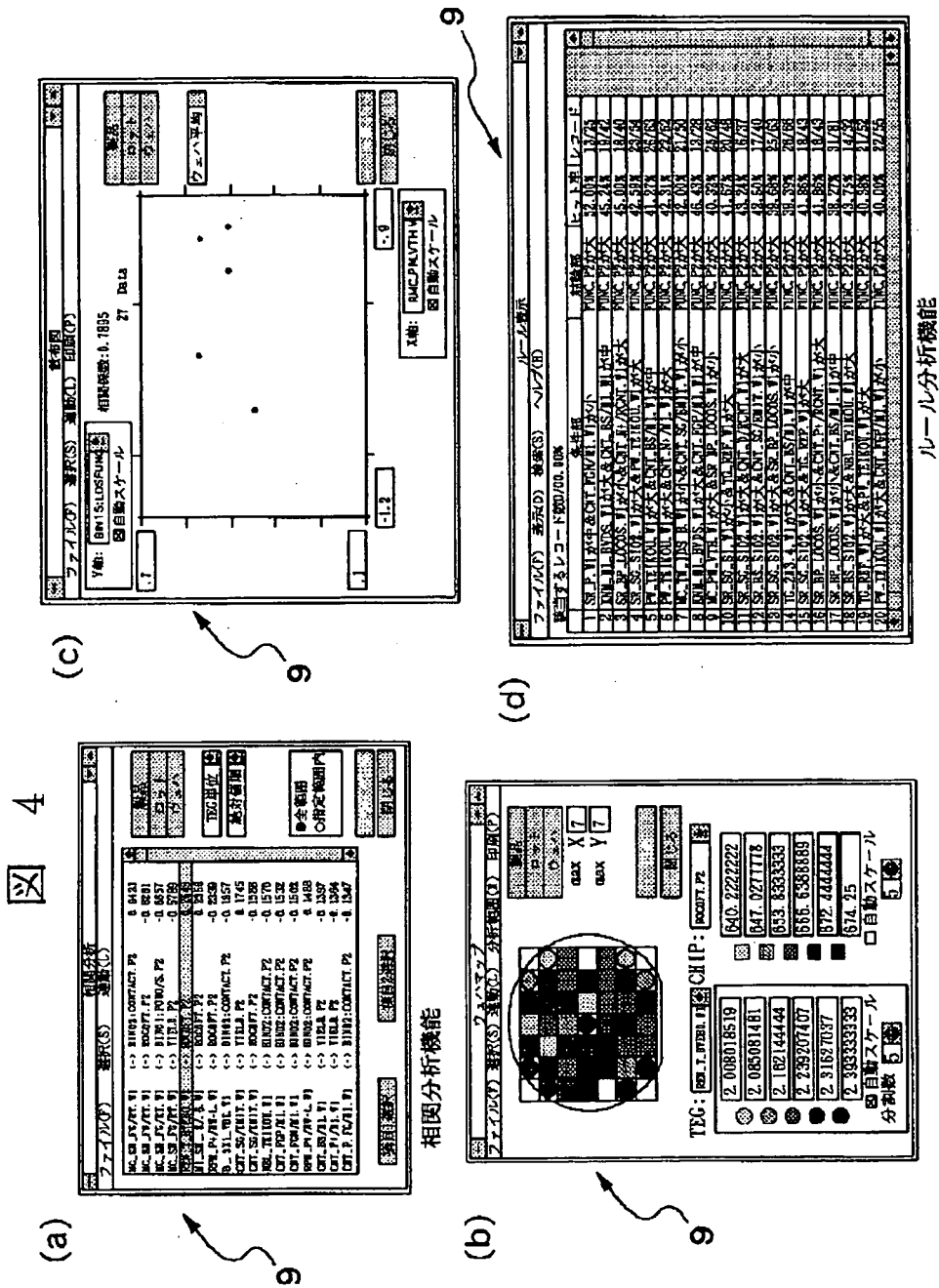


【図3】

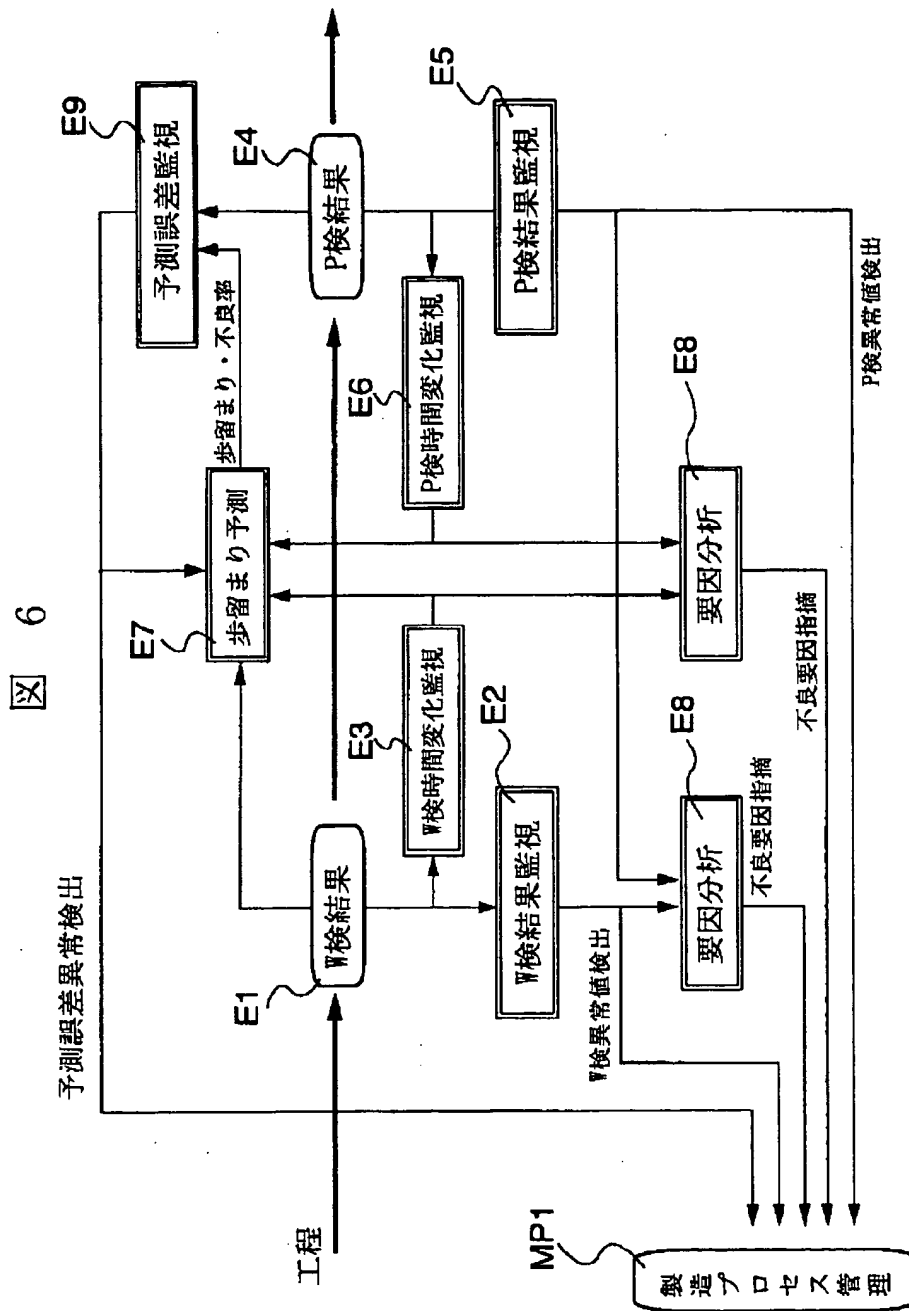
図 3



【図4】

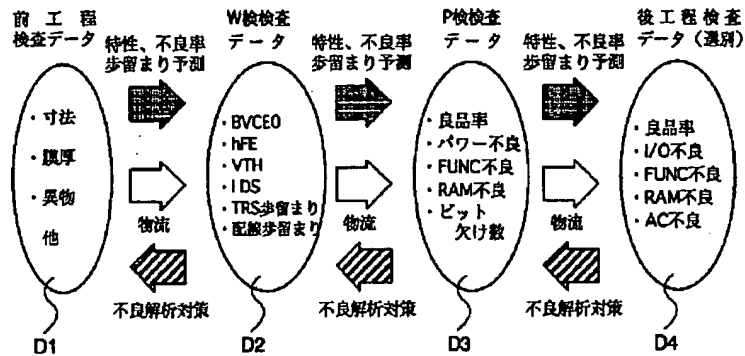


【図6】



【図7】

図 7



フロントページの続き

(72)発明者 安斉 昭夫

東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立
製作所デバイス開発センタ内

(72)発明者 船越 清彦

東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立
製作所デバイス開発センタ内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☒ OTHER: dark areas

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.